

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



542970

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
5. August 2004 (05.08.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/066493 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H03H 9/02, 3/10

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014350

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. Dezember 2003 (16.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 02 633.9 23. Januar 2003 (23.01.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RUILE, Werner [DE/DE]; Klarastr. 5a, 80636 München (DE). ROESLER,

Ulrike [DE/DE]; Weichselweg 9, 85241 Hebertshausen (DE). WOLFF, Ulrich [DE/DE]; Sollner Str. 6, 81479 München (DE). LEIDL, Anton [DE/DE]; Brennereistr. 16, 85662 Hohenbrunn (DE). SCHOLL, Gerd [DE/DE]; Neustätterstr. 3, 80636 München (DE). HAUSER, Markus [DE/DE]; Am Jägerberg 46, 82340 Feldafing (DE). KNAUER, Ulrich [DE/DE]; Lanzenstielweg 4, 81739 München (DE).

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH; Ridlerstrasse 55, 80339 München (DE).

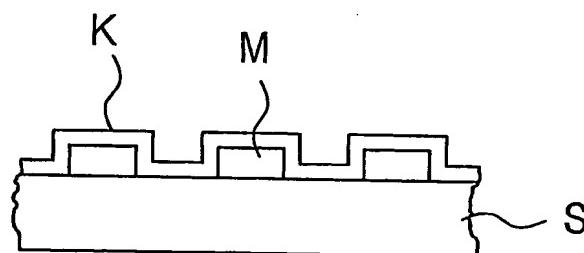
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: SAW COMPONENT HAVING AN IMPROVED TEMPERATURE COEFFICIENT

(54) Bezeichnung: SAW-BAUELEMENT MIT VERBESSERTEM TEMPERATURGANG



counteracts that of the combination substrate/metallization layer.

(57) Abstract: The invention relates to a SAW component that is constituted by a piezoelectric substrate (S). In order to reduce losses, mass loading is increased by way of the metallization layer (M) until the propagation velocity of the surface acoustic wave remains below the propagation velocity of the fast shear wave. In order to limit the increase in temperature coefficient, a metallization layer having a substantially higher specific density than Al is used. In parallel, the temperature coefficient of the component is reduced by way of a compensation layer (K) that is applied across substantially the entire surface and that is selected from a material having a temperature dependence of the elastic coefficients that

(57) Zusammenfassung: Für ein SAW-Bauelement, das auf einem piezoelektrischen Substrat (S) aufgebaut ist, wird zur Reduzierung der Verluste die Massenbelastung durch die Metallisierung (M) soweit erhöht, bis die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle unterhalb der Ausbreitungsgeschwindigkeit der schnellen Scherwelle zu liegen kommt. Um dabei die Erhöhung des Temperaturgangs in Grenzen zu halten, wird eine Metallisierung mit deutlich höherer spezifischer Dichte als Al verwendet. Parallel dazu wird der Temperaturgang des Bauelements durch eine im Wesentlichen ganzflächig aufgebrachte Kompensationsschicht (K) reduziert, die aus einem Material ausgewählt ist, das eine Temperaturabhängigkeit der elastischen Koeffizienten aufweist, die derjenigen der Kombination Substrat-Metallisierung entgegenwirkt.

WO 2004/066493 A1

## Beschreibung

## SAW-Bauelement mit verbessertem Temperaturgang

5 Die Erfindung betrifft ein SAW-Bauelement (Surface Acoustic Wave Bauelement = Oberflächenwellenbauelement), welches auf einem piezoelektrischen Substrat aufgebaut ist, auf dem Bau-elementstrukturen ausgebildet sind, die zumindest einen Interdigitalwandler zum Erzeugen einer SAW mit der Ausbrei-  
10 tungsgeschwindigkeit  $v_{SAW}$  umfassen, wobei in dem piezoelek-trischen Substrat zusätzlich die langsame Scherwelle mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit  $v_{SSW}$  auftreten kann.

15 SAW-Bauelemente sind auf piezoelektrischen Substraten aufge-baut, wobei monokristalline Wafer wegen ihrer guten piezo-elektrischen Eigenschaften bevorzugt sind. Die piezoelektri-schen Eigenschaften sowie eine Reihe anderer Eigenschaften, wie beispielsweise die Ausweitungsgeschwindigkeit von akusti-schen Wellen im Wafer ist von der Orientierung der Waferober-  
20 fläche relativ zu den Kristallachsen des piezoelektrischen Monokristalls abhängig. Durch geeignete Wahl des Kristall-schnitts können auf diese Art und Weise Wafer bereitgestellt werden, deren schnittabhängige Eigenschaften die gewünschte Performance des SAW-Bauelements unterstützen.

25 Für SAW-Bauelemente werden üblicherweise Wafer mit Schnitt-winkeln ausgewählt, die die effektive Erzeugung und ver-lustarme Ausbreitung oberflächennaher akustischer Wellen un-terstützen. Dies sind beispielsweise Quarzwafer mit ST-  
30 Schnitt, Lithiumniobatwafer mit rot YX-Schnitt von ca. 40-65° und Lithiumtantalat mit einem Schnittwinkel rot YX von 36 bis 46°. Bei den meisten Bauelementen auf Substraten mit diesen angegebenen Schnittwinkeln wird im Standardfall neben der SAW auch noch ein in das Substrat hinein abtauchende Welle er-zeugt. Da die akustische Energie einer solchen Welle im Bau-element nicht genutzt werden kann, führt dies zu Übertra-gungsverlusten. Es sind daher Maßnahmen erforderlich, um die-

se Verluste zu minimieren. Eine vollständige Unterdrückung von Leckwellenverlusten ist bislang jedoch nicht möglich.

Ein weiteres Problem bei für SAW-Bauelemente geeigneten Substraten besteht in dem relativ hohen Temperaturgang. Dieser bezeichnet die Temperaturabhängigkeit von Substrateigenschaften wie beispielsweise der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle. Dies bewirkt letztendlich auch eine Temperaturabhängigkeit der Mittenfrequenz des Bauelements. Leckwellensubstrate zeigen vgl. mit Quarz einen relativ hohen Temperaturgang TCF (temperature coefficient of frequency) von ca. 40 ppm/K. Um diesen Temperaturgang aufzufangen, muß die Bandbreite darauf hergestellter SAW-Bauelemente entsprechend weit erhöht werden, damit das Bauelement und insbesondere ein SAW-Filter noch die geforderte Spezifikation erfüllen kann.

Eine Filter-Anwendung, deren Spezifikationen hohe Anforderungen an ein Bauelement stellen, ist der für das US-PCS-Mobilfunksystem erforderliche Duplexer. Dessen Spezifikationen können mit SAW Bauelementen bzw. Substratmaterialien mit dem genannten hohen Temperaturgang nicht eingehalten werden. Dazu wäre es erforderlich, den Temperaturgang zu reduzieren.

Zur Reduzierung des Temperaturgangs sind bereits verschiedene Methoden vorgeschlagen worden, von denen jede einzelne jedoch wieder mit einem schwerwiegenden weiteren Nachteil verbunden ist.

Aus einem Artikel von K. Nakamura und A. Tourlog, 'Effect of a ferroelectric inversion layer on the temperature characteristics of SH-type surface acoustic waves on 36°Y-X LiTaO<sub>3</sub> substrates', IEEE Trans. Ferroel. Freq. Ctrl. Vol.41, No.6, Nov. 1994, pp.872-875 ist es beispielsweise bekannt, die pyroelektrische Achse des piezoelektrischen Substrats an der Oberfläche des Wafers umzuklappen und dadurch den Temperaturgang zu reduzieren. Das Problem hierbei ist jedoch die damit verbundene Reduzierung der Kopplung, die Schwierigkeit der

Herstellung und die nur begrenzte Reduzierung des TCF auf ca. 15 ppm/K.

- Aus einem Artikel von K. Eda et al., 'Direct Bonding of piezoelectric materials and its applications', IEEE Ultrason. Symp. Proc. 200, pp.299-309 ist es bekannt, einen dünnen Lithiumtantalatfilm auf einem Wafer mit geringer Temperaturausdehnung zu erzeugen. Ein darauf aufgebautes Bauelement weist aufgrund der thermischen Verspannung mit dem Wafer einen reduzierten Temperaturgang auf. Als Nachteil ist hier jedoch zu nennen, daß eine aufwendige Technologie zur Herstellung dieser Substratmaterialien erforderlich ist, die hohen Verfahrensaufwand und damit hohe Kosten erzeugt.
- Aus einem Artikel von K. Asai, M. Hikita et al., 'Experimental and theoretical investigation for temperature characteristics and propagation losses of SAWs on  $\text{SiO}_2/\text{Al}/\text{LiTaO}_3$ ' IEEE Ultrason. Symp. 2002, (to be published) ist es bekannt, den Temperaturgang von SAW-Bauelementen durch einen ganzflächigen über dem Substrat und der Metallisierung aufgebrachten  $\text{SiO}_2$ -Film zu reduzieren. Dabei hat sich allerdings herausgestellt, daß die Metallisierungshöhe im Vergleich zu herkömmlichen SAW-Bauelementen stark reduziert werden muß. Dies hat eine erhöhte Dämpfung zur Folge, da mit der reduzierten Schichtdicke der Fingerwiderstand in den Wendlern anwächst. Darüber hinaus benötigt dieses Verfahren zur Reduzierung des Temperaturgangs eine sehr hohe Schichtdicke des  $\text{SiO}_2$ -Films von ca. 20 % h/l (d.h., bezogen auf die Wellenlänge der darin ausbreitungsfähigen SAW). Die Qualität der  $\text{SiO}_2$ -Schicht ist daher wesentlich für das Ausmaß der erreichten Temperaturgangsreduzierung und der in Kauf zu nehmenden Einfügedämpfung.
- Mit keinem der hier vorgeschlagenen Verfahren ist es jedoch problemlos möglich, einen US-PCS-Duplexer als SAW Bauelement zu realisieren.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein SAW-Bauelement anzugeben, welches auf einem Leckwellensubstrat aufgebaut ist und bei niedrigen Verlusten gleichzeitig einen niedrigen Temperaturgang aufweist.

5

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein SAW-Bauelement mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus weiteren Ansprüchen hervor.

10

Die Erfinder haben eine Möglichkeit gefunden, die Entstehung von Leckwellenverlusten erfolgreich zu unterdrücken und mit Hilfe einer weiteren synergistisch wirkenden Maßnahme den Temperaturgang zu reduzieren. Es wurde gefunden, daß die Entstehung von Leckwellenverlusten unterdrückt werden kann, wenn die Geschwindigkeit der Oberflächenwelle bzw. der SAW so weit reduziert werden kann, daß sie unterhalb der Ausbreitungsgeschwindigkeit der langsamen Scherwelle zu liegen kommt. Dies wird erreicht, indem die Massenbelastung durch die Metallisierung ausreichend erhöht wird. Alleine dadurch würde zwar der Temperaturgang ansteigen. Doch ist erfindungsgemäß ganzflächig über dem Wafer und der darauf aufgebrachten Metallisierung zusätzlich eine Kompensationsschicht vorgesehen, die aus einem Material mit geringer Temperaturabhängigkeit der elastischen Koeffizienten ausgewählt ist. Es wurde nämlich gefunden, daß durch eine höhere Massenbelastung gleichzeitig auch die SAW in der Nähe der Substratoberfläche gehalten werden kann. Dies bewirkt bei der Erfindung, daß sich die SAW zu einem ausreichenden Teil innerhalb der Kompensationsschicht ausbreitet und dabei aufgrund der Materialeigenschaften der Kompensationsschicht eine nur geringe Temperaturabhängigkeit in ihrem Ausbreitungsverhalten erfährt.

Besonders vorteilhaft ist dabei, daß sowohl für eine gegenüber Standard-Metallisierungen ausreichend erhöhte Massenbelastung als auch für die Kompensationsschicht nur relativ niedrige Schichtdicken erforderlich sind. Die geringen

Schichtdicken haben den Vorteil, daß sie sich technologisch leichter beherrschen lassen, daß sie kostengünstig herzustellen sind und daß sie in der Kombination der beiden Schichten (Metallisierungen mit hoher Massenbelastung und Kompensationsschicht) keine negativen Auswirkungen auf die Bauelement-eigenschaften zeigen. Im Ergebnis wird ein SAW-Bauelement erhalten, das trotz niedriger Einfügedämpfung einen ausreichend niedrigen Temperaturgang von beispielsweise weniger als 15 ppm/K aufweist. Ein solches als Filter ausgebildetes SAW-Bauelement ist dann beispielsweise auch als Duplexer für das US-PCS-Mobilfunksystem geeignet.

Zur Erhöhung der Massenbelastung wird für die Bauelement-strukturen und insbesondere für die Wandlerelektrode (z.B. Interdigitalwandler) eine Metallisierung eingesetzt, die gegenüber dem üblicherweise verwendeten Aluminium ein höheres spezifisches Gewicht aufweist. Vorzugsweise wird eine Metallisierung eingesetzt, deren mittlere Dichte (bei Sandwichaufbau der Metallisierung über alle Schichten gemittelt) mindestens 50% über der von Aluminium liegt.

Als bevorzugte Elektrodenmaterialien haben sich dabei Kupfer, Molybdän und Wolfram erwiesen. Vorteilhafte erfindungsgemäße Metallisierungen bestehen daher insbesondere aus einem dieser Metalle, aus einer Legierung, die überwiegend aus einem oder mehreren dieser Metalle besteht oder aus Materialschichtkom-binationen, die Schichten aus überwiegend einem oder mehreren der genannten Metalle enthalten. Auf der Basis einer fast ausschließlich aus Kupfer bestehenden Metallisierung wird der genannte Zweck bereits mit einer Schichtdicke erreicht, die nur ca. 10%  $h/\lambda$  (relativ zur Wellenlänge der Struktur aus-breitungsfähigen akustischen Wellenlänge) entspricht. Diese Wellenlänge ist nicht nur von einem Material abhängig, sondern von allen Materialien der Struktur und deren Dimensio-nierung, also z.B. von piezoelektrischem Material, Metalli-sierung und der Kompensationsschicht, die über der Metalli-sierung aufgebracht ist. Eine Metallisierung aus 10%  $h/\lambda$  Cu

hat gegenüber dem üblicherweise verwendeten 10%  $h/\lambda$  Aluminium den weiteren Vorteil, daß durch die hohe elektrische Leitfähigkeit die Ohmschen Verluste im Bauelement reduziert werden können. Außerdem bietet Cu eine hohe Festigkeit gegenüber 5 Akustomigration, so daß es eine hohe Leistungsverträglichkeit aufweist. Mit einem geeigneten Verfahren kann Cu auch als quasi einkristalline Schicht erzeugt werden, die eine nochmehrige Verbesserung bezüglich Leitfähigkeit und Leistungsverträglichkeit bringen.

10

Wird die damit erreichte Massenbelastung umgerechnet auf die schwereren Metalle Mo und W, so wird der genannte Zweck mit diesen Metallen bereits mit noch niedrigeren Schichtdicken erreicht.

15

Überraschend hat sich gezeigt, daß  $\text{SiO}_2$  ein besonders gut geeignetes Material für die Kompensationsschicht darstellt und durch die entsprechend umgekehrte Temperaturabhängigkeit seiner elastischen Koeffizienten sich bereits mit ca. 6% 20  $h/\lambda$   $\text{SiO}_2$  ein TCF von nahezu 0 ppm/K realisieren läßt. Eine aus  $\text{SiO}_2$  bestehende Kompensationsschicht hat dabei den Vorteil, daß sie einfach aufgebracht werden kann und sowohl mit dem Bauelement als auch dessen Herstellungsschritten kompatibel ist. Es hat sich gezeigt, daß eine  $\text{SiO}_2$  - Kompensationsschicht bereits in einer Schichtdicke von ca. 4 bis 8 %  $h/\lambda$  für eine geeignete Temperaturgangskompensation ausreichend ist. Diese Schichtdicke liegt deutlich unter der im genannten Artikel von Asai et al. vorgeschlagenen Schichtdicke von 20 % 25  $h/\lambda$ , mit der alleine der Temperaturgang kompensiert werden sollte. Die Dicke der Kompensationsschicht ist damit auch geringer als die Dicke der Metallisierung. Die dünnerne Schichtdicke beim erfindungsgemäßen Bauelement wird nur möglich, da die SAW durch die höhere Massenbelastung näher an die Oberfläche des Substrats gezogen werden kann, so daß bereits eine 30 dünnerne Kompensationsschicht für eine ausreichende Reduzierung des Temperaturgangs sorgt.

Ein erfindungsgemäßes Bauelement wird vorzugsweise auf einem Lithiumtantalatsubstrat mit rotiertem Schnitt aufgebaut, wobei bevorzugte Schnittwinkel zwischen 30 und 46° rot YX liegen. Bauelemente auf Substraten mit derartig ausgewählten 5 Schnitten zeigen besonders gute Eigenschaften. Darüber hinaus wirkt sich die Erfindung bei auf solchen Substraten aufgebauten Bauelementen selbst besonders vorteilhaft aus.

Eine bevorzugt aus überwiegend Kupfer bestehende Metallisierung wurde bislang zum einen wegen des damit verbundenen hohen Temperaturgangs bei hohen relativen Schichtdicken und zum anderen wegen der hohen Korrosionsempfindlichkeit bei SAW-Bauelementen nicht eingesetzt. Mit Hilfe der erfindungsgemäßigen Kompensationsschicht wird nun auch noch das letztgenannte 10 Problem der Korrosionsempfindlichkeit erfolgreich gelöst und die Kupferoberflächen gegen vorzeitige Korrosion geschützt.

Die Haftfestigkeit einer überwiegend aus Kupfer bestehenden Metallisierung kann durch eine zusätzliche zwischen Substrat 20 und Metallisierung vorgesehene Haftschiicht verbessert werden. Geeignet sind dafür dünne Metallschichten, z.B. aus Aluminium, Molybdän, Nickel, Titan, Wolfram oder Chrom. Geeignet sind auch mehrschichtige Haftschiichten oder Legierungen aus einem oder mehrerer dieser Metalle, wobei eine Gesamtschichtdicke der Haftschiicht von ca. 1 bis 7 nm ausreichend ist. In 25 der Regel reichen 5 nm dicke Haftschiichten aus.

Mit Kupfer als Metallisierung kann eine erhöhte Fertigungsstreuung einhergehen, die sich erfindungsgemäß durch ein 30 Trimmverfahren reduzieren lässt. Damit gelingt gleichzeitig eine Einstellung der Resonanzfrequenz. Dazu kann die Kompensationsschicht entweder direkt beim Aufbringen in der Schichtdicke ganz- oder teilflächig variiert werden, oder nach dem Aufbringen entsprechend abgeätzt werden. Mit einer 35 SiO<sub>2</sub>-Schicht als Kompensationsschicht wird dazu vorzugsweise ein Trockenätzverfahren eingesetzt.

Einen weiteren Einfluß auf die Eigenschaften erfindungsgemäßiger SAW-Bauelemente hat die Qualität der  $\text{SiO}_2$ -Schicht. Diese Qualität wird überwiegend durch die Aufbringmethoden und die damit erreichte Stöchiometrie, insbesondere bezüglich des  
5 Sauerstoffgehalts der  $\text{SiO}_2$ -Schicht bestimmt. Insbesondere geeignet sind beispielsweise Schichten der Zusammensetzung  $\text{SiO}_x$ , wenn  $1,9 \leq x \leq 2,1$  ist. Gut geeignet sind auch  $\text{SiO}_2$ -Schichten, die durch einen Brechungsindex zwischen 1,43 und 1,49 charakterisiert sind. Diese lassen sich beispielsweise  
10 durch Sputtern, ein CVD-Verfahren oder ein PVD-Verfahren kantenbedeckend und lunkerfrei erzeugen. Dies ist auch unter den Gesichtspunkten der Verfahrenskontrolle und der Berechnung der Parameter von Vorteil. Von Vorteil ist es, die Kompensationsschicht und insbesondere die  $\text{SiO}_2$ -Schicht bei niedrigen Temperaturen abzuscheiden. Damit kann eine Kompensationsschicht erzeugt werden, in der bei Raumtemperatur nur geringen intrinsische Spannungen herrschen.

Ein erfindungsgemäßes Bauelement mit einer Kupfermetallisierung einer Dicke von beispielsweise  $10 \% h/\lambda$  und einer darüber aufgebrachten  $\text{SiO}_2$ -Schicht in der oben genannten Modifikation und einer Schichtdicke von beispielsweise  $6 \% h/\lambda$  erreicht einen Temperaturgang von weniger als 15 ppm/K.  
20

Um die Korrosionsfestigkeit der Metallisierung weiter zu erhöhen, kann eine weitere dünne Passivierungsschicht über der Metallisierung vorgesehen sein, beispielsweise eine dünne Aluminiumoxidschicht. Diese lässt sich beispielsweise direkt durch Sputtern aufbringen oder alternativ durch Aufbringen  
25 einer dünnen Aluminiumschicht und anschließende Überführung in das entsprechende Aluminiumoxid durch Oxidation erzeugen.

Eine dünne Goldschicht über dem Kupfer erfüllt ebenfalls die Anforderungen an Korrosionsfestigkeit, und bildet darüber hinaus einen Ausgangspunkt für die elektrische Verbindung nach außen. Es ist dabei bekannt, daß Au insbesondere als  
30

Grundmaterial für ein anschließendes Bumping sehr geeignet ist.

Insbesondere wenn das Bauelement (der Chip) mittels Flip-Chip  
5 Verfahren in ein Gehäuse eingebaut oder auf einem Modul befe-  
stigt wird, hat die Erfindung den Vorteil, daß die Maßnahmen  
zur Reduzierung des TCF keine Unterschiede im Aufbau zur Fol-  
ge haben und daher die Standardverfahren eingesetzt werden  
können. Es werden keine neuen Lack- bzw. Lithographieprozesse  
10 benötigt, ebensowenig neue Abscheideverfahren, Waferherstel-  
lungsverfahren oder Package-Technologien. Die Erfindung ist  
unabhängig vom Bauelement-Design bzw. der dazu verwendeten  
Technologie.

15 Ein erfindungsgemäßes Bauelement kann insbesondere als DMS-  
Filter ausgebildet sein, welches sich bereits von Haus aus  
durch niedrige Einfügedämpfung auszeichnet. Vorteilhaft lässt  
sich die Erfindung auch bei der Herstellung von SPUDT-Filtern  
(Single Phase Uni Directional Transducer) sowie bei Reaktanz-  
20 und MPR-Filtern (Multi-Port-Resonator) einsetzen. Entspre-  
chend ist die Erfindung auch für Diplexer und Duplexer geeig-  
net, deren Teilfilter einem der genannten Filtertypen ent-  
sprechen. Auch für sogenannte 2-in-1-Filter ist die Erfindung  
gut geeignet. Ein aus erfindungsgemäßigen Filtern aufgebauter  
25 Duplexer kann erstmals die hohen Anforderungen für das US-  
PCS-Mobilfunksystem erfüllen, was bislang mit SAW-Filtern  
noch nicht möglich war.

30 Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbei-  
spielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die  
Figuren dienen der besseren Verständlichkeit und sind daher  
nur schematisch und nicht maßstabsgetreu ausgeführt.

Figur 1 zeigt einen Interdigitalwandler als Beispiel für  
35 eine Metallisierungsstruktur in der Draufsicht

10

Figur 2 zeigt die Erfindung anhand eines schematischen Querschnitts durch eine Metallisierung

5 Figur 3 zeigt eine Metallisierung mit zusätzlicher Haftschicht

Figur 4 zeigt eine Metallisierung mit einer zusätzlichen Passivierungsschicht

10 Figur 5 zeigt eine mehrschichtige Metallisierung

Figur 6 zeigt den Verlauf des Temperaturgangs von Metallisierungen aus Al und Cu in Abhängigkeit von der relativen Schichtdicke der Metallisierung

15

Figur 7 zeigt den Verlauf des Temperaturgangs einer 10% Cu-Metallisierung in Abhängigkeit von der Schichtdicke einer  $\text{SiO}_2$ -Schicht als Kompensationsschicht.

20 Figur 1 zeigt einen an sich bekannten Interdigitalwandler IDT als Beispiel für eine Metallisierung einer Wandlerelektrode eines erfindungsgemäßen SAW-Bauelements in der Draufsicht. Dieser ist wesentlicher Bestandteil des SAW-Bauelements und dient zur elektroakustischen Wandlung eines beispielsweise an  
25 die Anschlüsse T1, T2 angelegten hochfrequenten elektrischen Signals in eine Oberflächenwelle oder zur entsprechenden Zurückwandlung der Oberflächenwelle in ein elektrisches Signal. Der Interdigitalwandler IDT umfaßt mindestens zwei Elektroden, mit annähernd parallel zueinander verlaufenden Elektrodenfingern EF, wobei die Elektroden mit ihren Fingern interdigital ineinandergeschoben sind. Beide Elektroden können mit jeweils einem elektrischen Anschluß T1, T2 versehen sein, an die ein elektrisches Signal ein- oder ausgekoppelt oder die mit Masse verbunden werden können.

35

Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Bauelement anhand eines schematischen Querschnitts entlang der in Figur 1 dargestell-

ten Schnittlinie 2. Auf dem piezoelektrischen Substrat, beispielsweise einem Lithiumtantalatwafer mit rot YX 39° Schnitt ist eine Metallisierung M aufgebracht, beispielsweise der genannte Interdigitalwandler IDT. Die Metallisierung besteht hier aus reinem Kupfer oder einer Legierung mit hohem Kupferranteil. Die Höhe  $h_M$  der Metallisierung wird in Abhängigkeit von der Mittenfrequenz des SAW-Bauelements auf einen Wert eingestellt, der ca. 10 % der in der Struktur ausbreitungsfähigen Wellenlänge der akustischen Welle entspricht.

10

Die Metallisierung wird beispielsweise ganzflächig durch Aufdampfen, Sputtern oder durch CVD oder andere Verfahren abgeschieden und mittels Abhebetechnik strukturiert. Möglich ist es jedoch auch, die Metallisierung M zunächst ganzflächig aufzubringen und anschließend mit Hilfe einer Ätzmaske zu strukturieren.

Nachdem die Metallisierung M auf dem Substrat S aufgebracht ist, beispielsweise in einer Struktur gemäß Figur 1, wird anschließend ganzflächig eine Kompensationsschicht K vorzugsweise Kanten bedeckend und in gleichmäßiger Schichtdicke aufgebracht. Als Schichtdicke  $h_K$  wird beispielsweise ein Wert von 6 % bezogen auf die Wellenlänge der in dieser Struktur ausbreitungsfähigen akustischen Welle eingestellt. Wie bereits erwähnt, kann noch nachträglich durch Rückätzen getrimmt werden.

Neben dem in Figur 1 dargestellten Interdigitalwandler kann das erfindungsgemäße SAW-Bauelement weitere Metallisierungsstrukturen aufweisen, die vorzugsweise alle aus dem gleichen Material bestehen. Auch die Kompensationsschicht K bedeckt vorzugsweise die gesamte Oberfläche des Substrats mit Ausnahme der für die Kontaktierung vorgesehenen elektrischen Anschlußflächen T1, T2. An den elektrischen Anschlußflächen, an den Verbindungsleitern und an den die Elektrodenfinger EF verbindenden Stromschielen kann die Metallisierung zusätzlich aufgedickt sein. Diese Aufdickung kann beispielsweise mit ei-

12

- nem galvanischen Verfahren erfolgen, wobei die nicht aufzudickenden Metallisierungsstrukturen vorzugsweise abgedeckt werden. Zur Abdeckung kann dabei die genannte Kompensationsschicht dienen, die vor dem galvanischen Schritt entsprechend strukturiert wird. Die elektrische Verbindung des Bauelements mit äußeren Kontakten kann dann über Bumpverbindungen oder durch eine sonstige Lötverbindung wie z.B. durch Drahtbonden erfolgen.
- 10 Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der unterhalb der Metallisierung M eine dünne Haftschi cht H von beispielsweise 5 nm Dicke aufgebracht wird. Die Haftschi cht H kann ebenso wie die Metallisierung M ganzflächig aufgebracht und zusammen mit der Metallisierung strukturiert werden. Eine elektrisch leitende Haftschi cht H kann auch Teil der Metallisierung M sein.

Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der nach der Herstellung der Metallisierung M zunächst eine dünne Passivierungsschi cht ganzflächig über die Metallisierung M und die dazwischen freiliegende Oberfläche des Substrats S aufgebracht wird. Eine solche Passivierungsschi cht P kann aus einem beliebigen elektrisch isolierenden Material bestehen, insbesondere aus einem dichten O xid, Nitrid oder Carbid. Gut geeignet ist auch eine DLC-Schi cht (Diamond Like Carbon). Mit einer solchen Passivierungsschi cht P wird ein besonders guter Schutz der Metallisierung M gegenüber einer Korrosion, beispielsweise einer unkontrollierten Oxidation durch Luftsauerstoff, verhindert. Mit einer solchen Passivierungsschi cht P kann die Kompensationsschi cht K weniger dicht ausgebildet werden, da die Passivierung der Elektrode nicht durch die Kompensationsschi cht K erfolgen muß.

Als Schichtdicke für die Passivierungsschi cht P ist eine Dicke von wenigen Nanometern ausreichend, beispielsweise 5 bis 10 nm.

Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der eine Metallisierung M eingesetzt wird, die mehrschichtig aufgebaut ist. In der Figur ist beispielsweise ein vier-schichtiger Metallisierungsaufbau mit den Teilschichten M<sub>1</sub>, 5 M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> und M<sub>4</sub> dargestellt. Um erfindungsgemäß die Massenbelas-tung der Metallisierung zu erhöhen, ist zumindest eine die- 10 ser Schichten aus einem Material mit hoher spezifischer Dich-te ausgebildet, wobei zumindest eine der übrigen Schichten aus herkömmlichen Elektrodenmaterial, also aus Aluminium oder einer aluminiumhaltigen Legierung bestehen kann. Vorzugsweise 15 wird ein alternierender Schichtaufbau von zumindest zwei Schichten gewählt, von denen zumindest eine aus einem der Me-talle Mo, Cu oder W besteht. Die Schichtdicken der Metalli-sierungsschichten können gleich oder unterschiedlich gewählt 20 sein, wobei durch geeignete Kombination unterschiedlicher Schichtdicken sowohl die elektrische Leitfähigkeit und damit der Widerstand, als auch die Massenbelastung eingestellt wer-den kann. Dabei ist lediglich zu beachten, daß bei entspre-chend niedrigerer Massenbelastung eine entsprechend höhere 25 Schichtdicke h<sub>M</sub> der Metallisierung einzuhalten ist. Als Kom-pensationsschicht K über der Metallisierung M dient hier ebenso wie in allen Ausführungsbeispielen eine SiO<sub>2</sub>-Schicht in einer Schichtdicke von ca. 4 bis 10% h/λ.

Figur 6 zeigt anhand einer Simulationsrechnung die Effekte unterschiedlicher Metallisierungen (ohne Kompensations-schicht) auf den Temperaturgang (TCF) der Resonanzfrequenz. Das Diagramm zeigt den simulierten Verlauf des TCF in Abhän-gigkeit von der Massenbelastung, die in der x-Achse als auf 30 Aluminium bezogene Metallisierungshöhe h<sub>M/Al</sub> dargestellt ist. Die verschiedenen Kurven für die unterschiedlichen Metalle Al und Cu wurden hier ohne Kompensationsschicht berechnet. Die Metallisierungshöhe ist auf Aluminium bezogen und reduziert sich bei höherer Massenbelastung durch schwerere Metalle an-35 nähernd proportional zum spezifischen Gewicht. Die vertikale Teilung in der Figur zeigt auch die Grenze für die Massenbe-lastung an, ab der gilt v<sub>SAW</sub> < v<sub>SSW</sub>. Es wird klar, daß dies

14

mit der bekannten aus Aluminium bestehenden Metallisierung nicht erreicht werden kann.

Figur 7 zeigt anhand einer Simulationsrechnung die Reduzierung des Temperaturgangs, die durch Aufbringen einer  $\text{SiO}_2$ -Schicht auf einer strukturierten Cu-Struktur von 10%  $h/\lambda$  erreicht werden kann. Der erste Wert (beim Nullpunkt auf der x-Achse) ist dabei für eine Struktur berechnet, die dem letzten angegeben Wert mit der höchste Massenbelastung (für eine Cu-Metallisierung) in Figur 6 entspricht. Es zeigt sich, daß man mit Hilfe der Kompensationsschicht den durch die hohe Massebelastung relativ hohen TCF bis auf Null reduzieren kann, was für die der Berechnung zugrunde liegende Cu-Struktur von 10%  $h/\lambda$  mit einer  $\text{SiO}_2$ -Schicht von 6%  $h/\lambda$  gelingt. Ein TCF von 0 wird mit einer herkömmlichen Al- Metallisierung auch bei minimalster Massenbelastung nicht erreicht.

Obwohl die Erfindung nur anhand weniger Ausführungsbeispiele beschrieben werden konnte, so ist jedoch nicht auf sie beschränkt. Im Rahmen der Erfindung liegt es weiterhin, die in den einzelnen Figuren dargestellten Merkmale untereinander zu kombinieren. Weitere Variationsmöglichkeiten ergeben sich in der Materialauswahl, in den Schichtdicken, in den Metallisierungsstrukturen und in den Bauelement Typen, bei denen die Erfindung eingesetzt werden kann.

## Patentansprüche

1. Bauelement,

- mit einem piezoelektrischen Substrat (S),

- 5 - mit mindestens einer Wandlerelektrode, die auf dem piezoelektrischen Substrat aufgebracht ist und eine Metallisierung (M) aufweist, die aus einem oder mehreren Metallen zusammengesetzt ist, deren gemittelte spezifische Dichte mindestens 50% über der von Al liegt und
- 10 - bei dem zur Reduzierung des Temperaturgangs ganzflächig oder teilflächig über der Metallisierung eine dünne Kompensationsschicht (K) eines Materials mit einer Temperaturabhängigkeit der elastischen Koeffizienten aufgebracht ist, die dem Temperaturgang des Substrats entgegenwirkt
- 15 und die dünner als 15% der Wellenlänge ist, die in dieser Struktur ausbreitungsfähig ist.

2. Bauelement nach Anspruch 1,

bei dem die elastischen Konstanten der Metallisierung eine

- 20 geringere Temperaturabhängigkeit aufweisen als die des Aluminiums.

3. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 2,

bei dem die Metallisierung (M) überwiegend aus einem Metall

- 25 besteht und ausgewählt ist aus Kupfer, Molybdän, Wolfram, Gold, Silber und Platin.

4. Bauelement nach Ansprüche 1 bis 3,

bei dem die Kompensationsschicht (K)  $\text{SiO}_2$  umfaßt.

30

5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

bei dem die Metallisierung (M) aus Kupfer oder einer Kupferlegierung ausgewählt ist und eine relative Metallisierungshöhe von 6 bis 14%  $h/\lambda$  aufweist.

35

6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

16

bei dem die Kompensationsschicht (K) aus SiO<sub>2</sub> ausgebildet ist und eine Höhe von 4 bis 10% h/λ aufweist.

7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
- 5 bei dem das Substrat (S) Lithiumtantalat mit rotiertem Schnitt ist.
  
8. Bauelement nach Anspruch 7,  
bei dem das Substrat (S) Lithiumtantalat mit rotiertem
- 10 Schnitt und einem Schnittwinkel zwischen 30 und 48° ist.
  
9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
bei dem das Substrat aus Lithiumniobat besteht
  
- 15 10. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
bei dem das Substrat aus Quarz besteht.
  
11. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
bei dem unter Metallisierung (M) eine Haftschicht (H) ange-
- 20 ordnet ist.
  
12. Bauelement nach Anspruch 11,  
bei dem die Haftschicht (H), ausgewählt ist aus Al, Mo, Ti,  
W, Cr, Ni oder einer Legierung aus diesen Metallen.
- 25 13. Bauelement nach Anspruch 11 oder 12,  
bei dem die Haftschicht (H) eine Dicke von 1 bis 7nm aufweist.
  
- 30 14. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
bei dem die Kompensationsschicht (K) aus SiO<sub>2</sub> mit einem Brechungsindex zwischen 1,43 und 1,49 ausgebildet ist.
  
- 35 15. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
mit einem Temperaturgang TK < 20 ppm/K.
  
16. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15,

17

bei dem unter der Kompensationsschicht (K) eine im Vergleich dazu dünne Passivierungsschicht (P) vorgesehen ist.

17.Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
5 ausgebildet als MPR-Filter.

18.Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
ausgebildet als Reaktanz-Filter.

10 19.Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 16 ,  
ausgebildet als DMS Filter.

20.Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
ausgebildet als SPUDT Filter.

15

21.Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
ausgebildet als Duplexer.

20 22.Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
ausgebildet als Diplexer.

23.Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
ausgebildet als 2-in-1-Filter.

25 24.Verwendung eines Bauelements nach einem der Ansprüche 1  
bis 20 für ein Filter oder einen Duplexer für das US-PCS  
Mobilfunk-System.

1/3

Fig 1

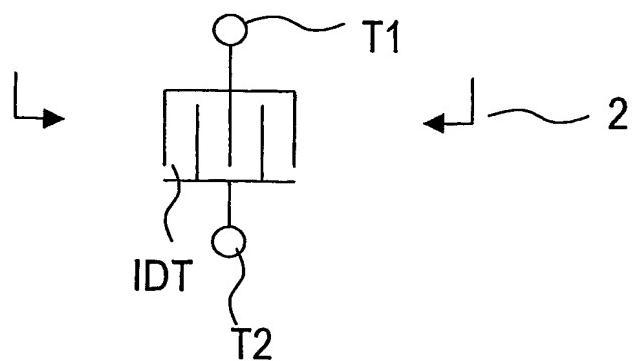


Fig 2

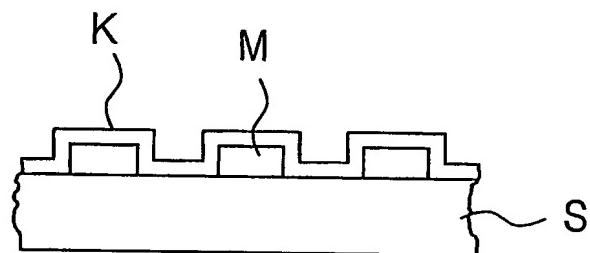


Fig 3

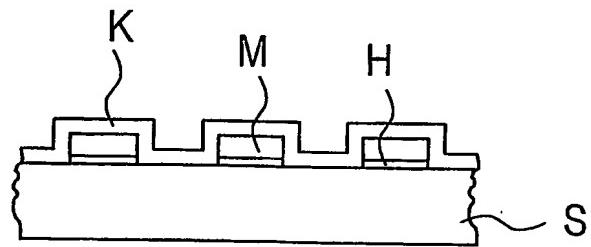
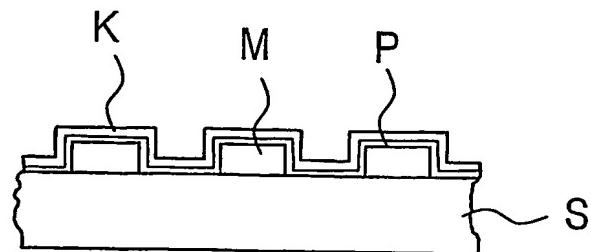


Fig 4



2/3

Fig 5

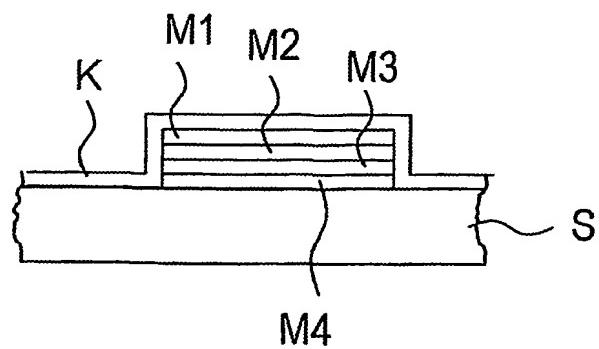
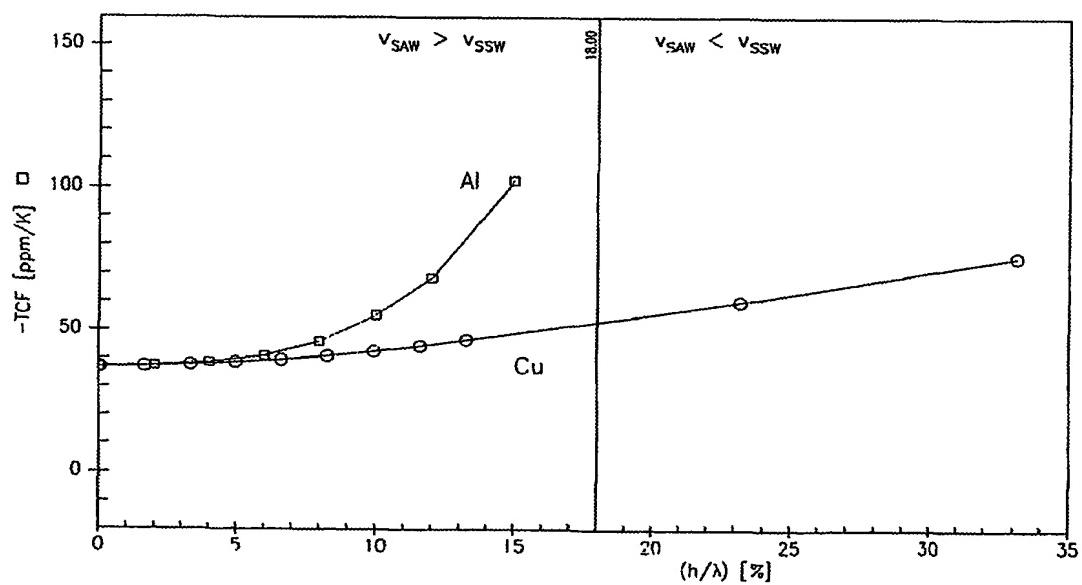
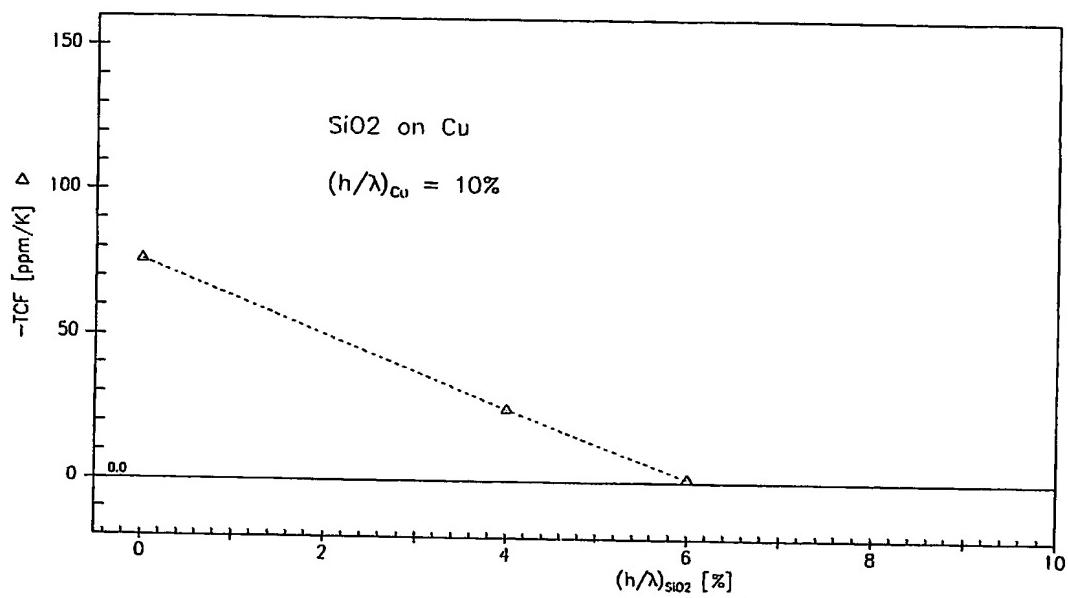


Fig 6



3/3

Fig 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/14350

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 H03H9/02 H03H3/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 239 588 A (YAMANOCHI KAZUHIKO) 11 September 2002 (2002-09-11) abstract figures 1,2,9,11 column 1, line 46 -column 2, line 7 column 2, line 40 column 4, line 37-39 column 7, line 12-17,42,50-54 column 9, line 21-32 column 10, line 24,38-46 column 14, line 11-14 ---	1-24
X	DE 42 32 046 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 8 April 1993 (1993-04-08) abstract figures 1-3 column 2, line 66-68 column 3, line 7-14 ---	1-4
-/-		

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

23 April 2004

Date of mailing of the International search report

03/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Plathner, B-D

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/14350

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 302 877 A (SATO TAKAHIRO ET AL) 12 April 1994 (1994-04-12) figures 18-21D, 25, 26 abstract column 2, line 10, 1134-43 column 3, line 12-14, 53-64 column 12, line 3-6 column 14, line 20-26 ----	1-4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 295 (E-1377), 7 June 1993 (1993-06-07) & JP 05 022067 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 29 January 1993 (1993-01-29) abstract	1-4
A	YAMANOUCI K ET AL: "HIGH TEMPERATURE STABLE GHZ-RANGE LOW-LOSS WIDE BAND TRANSDUCERS AND FILTER USING SI02/LINBO3, LITA03" IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL, IEEE INC. NEW.YORK, US, vol. 42, no. 3, 1 May 1995 (1995-05-01), pages 392-396, XP000511372 ISSN: 0885-3010 abstract page 392, left-hand column, line 36-39; figures 3, 9 ----	1-4

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/14350

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1239588	A	11-09-2002	CN EP JP US	1374757 A 1239588 A2 2003209458 A 2002140316 A1	16-10-2002 11-09-2002 25-07-2003 03-10-2002
DE 4232046	A	08-04-1993	JP DE FR GB	5090864 A 4232046 A1 2685831 A1 2260023 A	09-04-1993 08-04-1993 02-07-1993 31-03-1993
US 5302877	A	12-04-1994	JP JP JP	3219885 B2 6232684 A 5259802 A	15-10-2001 19-08-1994 08-10-1993
JP 05022067	A	29-01-1993	NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/14350

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H03H9/02 H03H3/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 H03H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 239 588 A (YAMANOCHI KAZUHIKO) 11. September 2002 (2002-09-11) <b>Zusammenfassung</b> Abbildungen 1,2,9,11 Spalte 1, Zeile 46 - Spalte 2, Zeile 7 Spalte 2, Zeile 40 Spalte 4, Zeile 37-39 Spalte 7, Zeile 12-17, 42, 50-54 Spalte 9, Zeile 21-32 Spalte 10, Zeile 24, 38-46 Spalte 14, Zeile 11-14	1-24
X	DE 42 32 046 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 8. April 1993 (1993-04-08) <b>Zusammenfassung</b> Abbildungen 1-3 Spalte 2, Zeile 66-68 Spalte 3, Zeile 7-14	1-4
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfändlerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfändlerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

23. April 2004

03/05/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Plathner, B-D

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/14350

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 302 877 A (SATO TAKAHIRO ET AL) 12. April 1994 (1994-04-12) Abbildungen 18-21D, 25, 26 Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 10, 1134-43 Spalte 3, Zeile 12-14, 53-64 Spalte 12, Zeile 3-6 Spalte 14, Zeile 20-26 ---	1-4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 295 (E-1377), 7. Juni 1993 (1993-06-07) & JP 05 022067 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 29. Januar 1993 (1993-01-29) Zusammenfassung ---	1-4
A	YAMANOUCHI K ET AL: "HIGH TEMPERATURE STABLE GHZ-RANGE LOW-LOSS WIDE BAND TRANSDUCERS AND FILTER USING SiO <sub>2</sub> /LiNbO <sub>3</sub> , LiTaO <sub>3</sub> " IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 42, Nr. 3, 1. Mai 1995 (1995-05-01), Seiten 392-396, XP000511372 ISSN: 0885-3010 Zusammenfassung Seite 392, linke Spalte, Zeile 36-39; Abbildungen 3, 9 ---	1-4

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/14350

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1239588	A	11-09-2002	CN EP JP US	1374757 A 1239588 A2 2003209458 A 2002140316 A1	16-10-2002 11-09-2002 25-07-2003 03-10-2002
DE 4232046	A	08-04-1993	JP DE FR GB	5090864 A 4232046 A1 2685831 A1 2260023 A	09-04-1993 08-04-1993 02-07-1993 31-03-1993
US 5302877	A	12-04-1994	JP JP JP	3219885 B2 6232684 A 5259802 A	15-10-2001 19-08-1994 08-10-1993
JP 05022067	A	29-01-1993	KEINE		